



(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) **Offenlegungsschrift**  
(10) **DE 43 24 304 A 1**

(61) Int. Cl. 5:  
**H 04 B 15/04**  
H 04 B 1/10  
H 04 H 1/00  
H 04 H 5/00  
G 01 R 29/06

(21) Aktenzeichen: P 43 24 304.5  
(22) Anmeldetag: 20. 7. 93  
(43) Offenlegungstag: 26. 1. 95

**DE 43 24 304 A 1**

(71) Anmelder: Becker GmbH, 76307 Karlsbad, DE	DE 35 17 247 A1 DE 35 05 720 A1 DE 33 26 062 A1 DE 26 44 159 A1 DE 21 24 655 A1 DE-OS 20 59 676 US 52 04 904 US 39 43 293 US 35 39 729
(74) Vertreter: Prinz, E., Dipl.-Ing.; Leiser, G., Dipl.-Ing.; Schwepfinger, K., Dipl.-Ing.; Bunke, H., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Degwert, H., Dipl.-Phys., Pat.-Anwälte, 81241 München	BOCHMANN,H.:Vier Antennen an einem Empfänger. In:Funkschau,1/1992,S.66-70; N.N.: Keine Angst vor Funkschatten.In:Funk- schau 24/1988,S.43-46; SCHMIDT,W.:Alles in einem Block.In:Funkschau 5/1982,S.61-63; N.N.:Das DYNAS-Empfangskonzept.In:radio fern- sehen elektronik,H.2,1992,S.88-90;
(72) Erfinder: Brinkhaus, Stefan, 75196 Remchingen, DE; Kadenbach, Rudolf, 76307 Karlsbad, DE; Benz, Christoph, 76337 Waldbronn, DE	
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften: DE 37 21 918 C1 DE 32 27 732 C2 DE 41 27 070 A1 DE 39 25 629 A1	

(54) Verfahren zur Unterdrückung von Empfangsstörungen in einem FM-Empfänger

(57) Bei einem Verfahren zur Unterdrückung von Empfangsstö-  
rungen in einem FM-Empfänger werden die Empfangsstö-  
rungen durch Auswertung des Feldstärkesignals analysiert  
und einer Bewertung unterzogen. Ferner wird das MPX-Si-  
gnal zur Ableitung eines für den jeweiligen Modulationshub  
repräsentativen Signals ausgewertet. Bei der Entscheidung  
über die Einleitung und/oder Wirksamkeit von Maßnahmen  
zur Störungsunterdrückung wird auch der Hub des Modula-  
tionssignals berücksichtigt. Bei großem Modulationshub  
wird auf die Einleitung von Maßnahmen zur Störungsunter-  
drückung in solchen Fällen verzichtet, bei denen die Wahr-  
scheinlichkeit besteht, daß die Maßnahme eine größere  
Beeinträchtigung des subjektiven Hörempfindens nach sich  
zieht als die Störung selbst.

**DE 43 24 304 A 1**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 11. 94 408 064/144

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Unterdrückung von Empfangsstörungen in einem FM-Empfänger, insbesondere Autoradio, bei welchem die Empfangsstörungen analysiert und einer Bewertung unterzogen werden und in Abhängigkeit von dem Ergebnis der Bewertung Maßnahmen zur Störungsunterdrückung eingeleitet werden.

Es ist bereits aus der DE 37 21 918 C1 bekannt, das Feldstärkesignal oder Multiplexsignal einer spektralen Analyse zu unterziehen, um zwischen den verschiedenen Arten von Empfangsstörungen zu unterscheiden: Mehrwegeempfangsstörungen, Nebenkanalempfangsstörungen und Gleichkanalempfangsstörungen. Das subjektive Empfinden einer Empfangsstörung kann bei den verschiedenen Arten von Empfangsstörungen sehr unterschiedlich sein. Zur Unterdrückung der Empfangsstörungen werden daher Maßnahmen eingeleitet, die von der Art und von der Stärke der jeweiligen Empfangsstörung abhängen. Je nach Konzeption und Aufwand der Empfangsanlage sind verschiedene Maßnahmen zur Unterdrückung von Empfangsstörungen verfügbar. Plötzlichen Feldstärkeeinbrüchen kann durch Umschaltung auf eine andere Empfangsantenne begegnet werden. Dieses Verfahren ist als Antennen-Diversity bekannt. Wenn im Empfänger Informationen über Alternativfrequenzen zu der aktuellen Empfangsfrequenz verfügbar sind, kann beim Auftreten von Empfangsstörungen eine Umschaltung auf eine andere Empfangsfrequenz erfolgen; dieses Verfahren ist als Frequenz-Diversity bekannt. Beim Empfang von Sendungen in Stereoton treten oft Störgeräusche auf, die durch eine Reduzierung der Stereo-Kanaltrennung oder gar Umschaltung auf Monobetrieb weitgehend unterdrückt werden können. Die Beeinträchtigung oder Unterdrückung des Stereoeffektes wird dabei in Kauf genommen. Empfangsstörungen, die im oberen Bereich der Tonfrequenzen liegen, können durch Beschränkung der Höhenwiedergabe zumindest gedämpft werden, so daß sie weniger störend in Erscheinung treten. Schließlich kommt auch eine Erhöhung der Selektion in Betracht, wobei eine Verminderung der Empfangsqualität in Kauf genommen wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem Verfahren zur Unterdrückung von Empfangsstörungen in einem FM-Empfänger zu verhindern, daß durch eine Maßnahme zur Störungsunterdrückung eine Beeinträchtigung des subjektiven Hörempfindens eintritt, welche stärker ist als die Beeinträchtigung durch die Empfangsstörung selbst.

Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, daß bei Vorhandensein einer starken Modulation, beispielsweise Unterhaltungsmusik mit geringer Dynamik, Empfangsstörungen subjektiv als geringfügig gegenüber den zur Unterdrückung dieser Empfangsstörungen eingeleiteten Maßnahmen empfunden werden. Bei Programminhalten mit hoher Dynamik, beispielsweise klassischer Musik oder Wortbeiträgen, in denen Modulationspausen oder Perioden mit schwacher Modulation auftreten, führen vergleichbare Empfangsstörungen jedoch zu einer starken Beeinträchtigung des subjektiven Hörempfindens. Gemäß der Erfindung wird daher vorgeschlagen, auch den Hub des Modulationssignals zu erfassen und bei der Entscheidung über die Einleitung und/oder Wirksamkeit von Maßnahmen zur Störungsunterdrückung den Hub des Modulationssignals zu berücksichtigen. Eine Maßnahme zur Störungsunterdrückung soll

also nur dann eingeleitet und wirksam werden, wenn eine Verbesserung des subjektiven Hörempfindens gewährleistet ist. Die Entscheidung für die Einleitung und Wirksamkeit von Störungsunterdrückungsmaßnahmen wird also im Gegensatz zum Stand der Technik nicht allein aus dem bloßen Vorhandensein einer Störung abgeleitet. Vielmehr wird eine differenzierte Entscheidung nach der jeweiligen Gesamtsituation getroffen, um die Wiedergabequalität bei gestörtem Empfang zu optimieren. Prinzipiell ist die erfindungsgemäße Vorgehensweise bei allen Arten von Empfangsstörungen erfolgreich. Es ist aber vorteilhaft, gemäß einer Weiterbildung des Verfahrens unter Berücksichtigung des Hubes des Modulationssignals sowie der Art der jeweiligen Empfangsstörung differenziert darüber zu entscheiden, ob eine und gegebenenfalls welche unter mehreren verfügbaren Maßnahmen zur Störungsunterdrückung eingeleitet wird. Die verschiedenen Maßnahmen zur Störungsunterdrückung sind insbesondere:

- Umschaltung auf eine andere Empfangsantenne (Antennen-Diversity);
- Umschaltung auf eine andere Empfangsfrequenz (Frequenz-Diversity);
- Reduzierung der Stereo-Kanaltrennung;
- Beschränkung der Höhenwiedergabe; und
- Reduzierung der Selektion.

Welche Maßnahmen in der Praxis zur Verfügung stehen, hängt hauptsächlich von der Konzeption des Empfängers und dem bei dessen Realisierung getriebenen Aufwand ab.

Wenn vorstehend der Begriff "Hub des Modulationssignals" verwendet wird, so soll dieser als Maß für die vom Hörer empfundene Lautstärke verstanden werden. Von der subjektiv empfundenen Lautstärke hängt es nämlich ab, in welchem Maße eine Empfangsstörung als Beeinträchtigung der Wiedergabequalität empfunden wird. Als Maß für die Lautstärke eignet sich die Spannung des MPX-Signals am FM-Demodulator, die dem FM-Hub entspricht. Alternativ kann eine Auswertung der NF-Kanäle im weiteren Signalverlauf nach dem Stereo-Decoder erfolgen. Prinzipiell wird also ein für die empfundene Lautstärke repräsentatives Signal abgeleitet, das mit der in bekannter Weise gewonnenen Qualitätsbewertungsspannung in solcher Weise verknüpft wird, daß für hohe Lautstärke die Maßnahmen zur Störungsunterdrückung unwirksam werden. Es kommt sowohl eine gleitende oder stufenweise Verminderung des Maßes der Störungsunterdrückung als auch ein völliger Verzicht auf Störungsunterdrückung oberhalb einer geeigneten gewählten Lautstärke Schwelle in Betracht.

Die Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens sollen nun anhand von zwei Beispielen näher erläutert werden.

## Beispiel 1

## Gleichkanal-Empfangsstörungen

Gleichkanal-Störsender mit geringer Feldstärke im Vergleich zu dem eingestellten Nutzsender äußern sich bei Stereoempfang akustisch durch Zisch- und Zwitschergeräusche. Ähnliche Störungen treten auch bei schwachen Nachbarkanaltörnern auf. Diese Art von Empfangsstörungen wird besonders bei klassischer Musik mit geringem Hub und in Modulationspausen als starke Beeinträchtigung empfunden. Bei großem Hub,

wie er bei den meisten anderen Programmarten auftritt, wird die Empfangsstörung durch die Modulation weitgehend verdeckt. Um nun die beschriebene Störung zu unterdrücken, kann die Stereo-Kanaltrennung reduziert oder unterdrückt werden. Die Detektion der Störung kann durch Analyse des Feldstärkesignals erfolgen; eine Erkennung des Störers im MPX-Signal ist nicht möglich, da Nutz- und Störsignal den gleichen Spektralbereich einnehmen. Der Störer ist aber an einer verhältnismäßig geringen Wechselspannungskomponente im Feldstärkesignal erkennbar. Die Auswertung dieser Wechselspannungskomponente im Feldstärkesignal ohne Berücksichtigung des Modulationshubs führt auch dann zu einer Aufhebung der Stereo-Kanaltrennung, also zu einer Umschaltung auf Monowiedergabe, wenn eine Stereowiedergabe wegen des Verdeckungseffektes ohne größere Beeinträchtigung möglich wäre.

Die alleinige Auswertung der Wechselspannungskomponente im Feldstärkesignal führt überdies auch dann zu der Einleitung einer Störunterdrückungsmaßnahme, wenn keinerlei Störung auftritt, jedoch ein großer Modulationshub vorliegt. Ein großer Modulationshub führt nämlich auch bei ungestörttem Empfang wegen der gerundeten Durchlaßkurve der FM-ZF-Filter zu einer Amplitudenmodulation der Feldstärkespannung. Die Amplitude liegt in der gleichen Größenordnung wie die durch einen schwachen Gleichkanalstörer erzeugte Welligkeit; eine Unterscheidung durch bloße Analyse des Feldstärkesignals ist nicht möglich.

Aufgrund dieser Erkenntnisse wird gemäß dem erfundengemäßen Verfahren wie folgt vorgegangen:

1. Im Feldstärkesignal tritt eine Wechselspannungskomponente bei niedrigem Hub des Modulationssignals auf. Hieraus wird geschlossen, daß ein Störer tatsächlich vorhanden ist. Da das Störgeräusch von der Modulation nicht verdeckt wird, ist eine Umschaltung von Stereo- auf Monoempfang gerechtfertigt.

2. Eine Wechselspannungskomponente im Feldstärkesignal tritt bei hohem Hub des Modulationssignals auf. Diese Wechselspannungskomponente kann durch einen Störer oder auch allein durch den Hub des Modulationssignals bedingt sein. In diesem Falle wird eine Umschaltung auf Monoempfang unterbunden. Eine weitere Differenzierung der Ursachen für das Auftreten der Wechselspannungskomponente im Feldstärkesignal ist nicht erforderlich, da im Falle eines ungestörten Empfanges ohnehin die Einstellung auf Stereoempfang angebracht ist und im Falle eines gestörten Empfanges eine Umschaltung auf Monoempfang wegen des akustischen Verdeckungseffektes nicht erforderlich ist.

#### Beispiel 2

#### Mehrwege-Empfangsstörungen

Die durch Mehrwege-Empfangsstörungen auftretenden Störgeräusche können durch Beschränkung der Höhenwiedergabe gedämpft werden. Gute Ergebnisse erzielt man mit dieser Maßnahme bei der Wiedergabe von klassischer Musik. Bei Programmen, die mit hohem Modulationshub ausgestrahlt werden, beispielsweise Unterhaltungsmusik, ist dieser Eingriff jedoch oft auffälliger als die eigentliche Störung. Die hochfrequenten Signalanteile der Modulation liegen im Pegel oft über

denen der Störsignale und verdecken diese.

Unter Anwendung des erfundengemäßen Verfahrens wird bei großem Hub des Modulationssignals trotz des Vorliegens von Mehrwege-Empfangsstörungen eine Beschränkung der Höhenwiedergabe verhindert.

Unter Bezugnahme auf die beigegebene Zeichnung wird nun der Aufbau eines Empfängers zur Durchführung des erfundengemäßen Verfahrens beschrieben. Die einzige Figur der Zeichnung ist ein schematisches Blockschaltbild des Empfängers.

Bei dieser Beschreibung wird von einem sehr leistungsfähigen Empfänger für mobilen Betrieb ausgegangen. Er verfügt sowohl über Antennen-Diversity als auch Frequenz-Diversity. Als Maßnahmen zur Unterdrückung von Empfangsstörungen sind ferner eine dynamische Reduzierung der Selektion, eine Verminderung der Stereo-Kanaltrennung und die Aktivierung eines Filters zur Höhenbeschränkung vorgesehen.

Mittels eines HF-Umschalters 10 kann zwischen zwei

- 20 Empfangsantennen 12, 14 ausgewählt werden, die beispielsweise an zwei verschiedenen Stellen eines Fahrzeugs angebracht sind. Auf den HF-Umschalter 10 folgt in herkömmlicher Weise ein HF-Teil 16, dessen Ausgangssignal einem ZF-Teil 18 zugeführt wird. Dieser liefert das MPX-Signal, welches an einen Stereo-Decoder 20 gelangt und von diesem in üblicher Weise zu den beiden Signalen L und R aufbereitet wird, die schließlich über eine Filterschaltung 22 zur selektiven Höhenbeschränkung an zwei mit L und R bezeichnete Ausgänge

gelangen.

Vom ZF-Teil 18 wird ein Feldstärkesignal FS abgegeben, das zugleich mit dem MPX-Signal als Eingangsgröße an eine Störungsdetektorschaltung 24 angelegt wird. In dieser Störungsdetektorschaltung 24 werden in sich bekannter Weise (z.B. gemäß der DE 37 21 918 C1) drei Signale GL, MW und NK abgeleitet, die das Auftreten von Empfangsstörungen anzeigen: Das Signal GL zeigt das Auftreten von Gleichkanal-Empfangsstörungen, das Signal MW das Auftreten von Mehrwege-Empfangsstörungen und das Signal NK das Auftreten von Nachbarkanal-Empfangsstörungen an. Die drei Signale GL, MW und NK werden an eine Bewertungsschaltung 26 angelegt, die als weitere Eingangsgröße ein Signal HUB aus einer Hub-Bewertungsschaltung 28 empfängt, die als Eingangsgröße ebenfalls das MPX-Signal empfängt. Das Signal HUB ist ein Maß für den jeweiligen Hub des Modulationssignals. In der Bewertungsschaltung 26 werden die Signale GL, MW, NK und HUB zu einer Bewertungsgröße BG verarbeitet, die einer Schaltung 30 zur Einleitung von Maßnahmen zur Störungsunterdrückung zugeführt wird.

Eine erste Maßnahme besteht in der Aktivierung des HF-Umschalters 10 zur Umschaltung zwischen den Empfangsantennen 12 und 14.

55 Eine zweite Maßnahme besteht in der Ansteuerung des HF-Teils 16 zur Auslösung der Umschaltung auf eine alternative Empfangsfrequenz.

Eine dritte Maßnahme besteht in der Reduzierung der Selektion durch Anlegen eines Signals BB an den ZF-Teil 18, wodurch dessen Bandbreite reduziert wird.

60 Eine vierte Maßnahme besteht in der Ansteuerung des Stereo-Decoders 20 mittels eines Steuersignals, durch welches die Stereo-Kanaltrennung reduziert oder aufgehoben wird.

65 Eine fünfte Maßnahme besteht schließlich darin, daß die Filterschaltung 22 aktiviert wird, um eine Höhenbeschränkung der NF-Signale vorzunehmen.

Alternativ oder zusätzlich wird das Signal HUB der

Schaltung 30 zugeführt, um eine bereits eingeleitete Maßnahme in ihrer Wirksamkeit zu verändern, durch eine andere Maßnahme oder Kombination von Maßnahmen zu ersetzen oder vollends zurückzunehmen.

Bei der Entscheidung hinsichtlich der Einleitung oder der Wirksamkeit von Maßnahmen zur Störungsunterdrückung kann in differenzierter Weise im Sinne eines optimalen subjektiven Höreindrucks vorgegangen werden.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Unterdrückung von Empfangsstörungen in einem FM-Empfänger, insbesondere Autoradio, bei welchem die Empfangsstörungen analysiert und einer Bewertung unterzogen werden und in Abhängigkeit von dem Ergebnis der Bewertung Maßnahmen zur Störungsunterdrückung eingeleitet werden, dadurch gekennzeichnet, daß der Hub des Modulationssignals erfaßt und bei der Entscheidung über die Einleitung und/oder Wirksamkeit von Maßnahmen zur Störungsunterdrückung berücksichtigt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei welchem eine Auswertung des Feldstärkesignals und/oder des MPX-Signals zur Bestimmung der Art der Empfangsstörungen erfolgt, dadurch gekennzeichnet, daß in Abhängigkeit von der Art der Empfangsstörung und vom Hub des Modulationssignals differenziert darüber entschieden wird, ob eine und gegebenenfalls welche unter mehreren verfügbaren Maßnahmen zur Störungsunterdrückung eingeleitet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens unter zwei der folgenden Maßnahmen zur Störungsunterdrückung ausgewählt wird:
  - Umschaltung auf eine andere Empfangsantenne;
  - Umschaltung auf eine andere Empfangsfrequenz;
  - Reduzierung der Stereo-Kanaltrennung;
  - Beschneidung der Höhenwiedergabe; und
  - Reduzierung der Selektion.
4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei Überschreitung eines vorbestimmten Wertes des Hubes des Modulationssignals die Einleitung von solchen Maßnahmen zur Störungsunterdrückung unterbunden wird, die eine wesentliche Reduzierung der Stereo-Kanaltrennung zur Folge haben.
5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei Überschreitung eines vorbestimmten Wertes des Hubes des Modulationssignals die Einleitung von solchen Maßnahmen zur Störungsunterdrückung unterbunden wird, die eine wesentliche Beschneidung der Höhenwiedergabe zur Folge haben.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

**- Leerseite -**

